

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA
SEDE - SÃO PAULO

BOLETIM

DA

K

SBG - BIBLIOTECA
n.º <u>P17</u>
data <u>02/8/54</u>

***Sociedade Brasileira
de
Geologia***

VOLUME
4



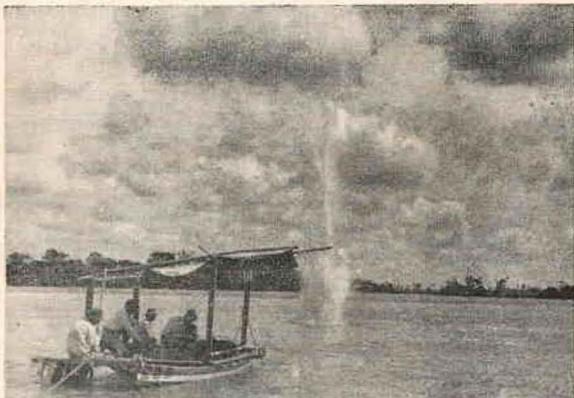
NÚMERO
1

Maio de 1955

São Paulo - Brasil

Pesquisas Geofísicas

Determinação da profundidade da rocha firme, usando método sísmico.



TRABALHOS REALIZADOS PARA PLANEJAMENTO DE USINAS HIDRO-ELÉTRICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO



Sondagens a Diamante

Contrôle da profundidade e qualidade da rocha, por sondagem a diamante

IA 834

Determinação da profundidade da rocha firme para planejamento de Usinas Hidro-Elétricas (barragens, túneis, canais) e pesquisas geológicas de depósitos minerais.

AB ELETRISK MALMLETNING

Fabricantes de instrumentos para Geofísica — Contratos para pesquisas.
ABEM - Suécia



SVENSKA DIAMANTBERGBORRNING AB

Fabricantes de equipamentos e ferramentas para sondagens de prospecção.
CRAELIUS - Suécia

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS PARA O BRASIL

CIA. T. JANÉR

COMÉRCIO
E INDÚSTRIA

Parque Anhangabaú, 96 - 11º andar - Fone 37-1571 - São Paulo

Rio de Janeiro - Belo Horizonte - Pôrto Alegre - Londrina - Recife - Santos - Belém

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA
SEDE - SÃO PAULO
BOLETIM DA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA
VOLUME 4 — MAIO DE 1955 — NÚMERO 1

Í N D I C E

Nota preliminar sôbre a faunula do Arenito El Carmen, Bolívia. por FREDERICO WALDEMAR LANGE	3
A mina de vermiculita do Congonhal, Tatuí, Estado de São Paulo. por PEDRO MACIEL e JOSÉ E. P. GUIMARÃES ..	27
Sôbre um ultramilonito de textura fluidal. por RUI RIBEIRO FRANCO	43
Geologia e Petrografia da região de Pirai do Sul, Paraná. por JOSÉ MOACYR VIANNA COUTINHO	49
Charophyta cretácicas de São Paulo (Formação Baurú). por SETEMBRINO PETRI	67
Situação Geológica das Charophyta de Machado de Melo, Estado de São Paulo. por OTÁVIO BARBOSA	73

NOTA PRELIMINAR SÔBRE A FÁUNULA DO ARENITO EL CARMEN, BOLÍVIA.

FREDERICO WALDEMAR LANGE

Museu Paranaense, Curitiba.

RESUMO

O artigo trata de fósseis procedentes do arenito El Carmen, da Bolívia, cuja idade ainda não fôra definitivamente esclarecida se ordoviciana, como supunham alguns autores, ou devoniana, como queriam outros.

Embora os fósseis não sejam muito satisfatórios quanto à conservação, pode-se concluir que nenhuma espécie do Ordoviicano sulamericano se acha presente; tão pouco do Devoniano, seja mesmo da série Icla da Bolívia. Porém, julgando-se só pelos gêneros presentes, êstes comparecem em fáunulas de idade siluriana superior da América do Sul (Bolívia, Argentina, Paraguai), bem como em faunas extracontinentais da mesma idade. Por outro lado, a literatura menciona que o Arenito El Carmen, descansa discordantemente sôbre folhelhos ordovicianos dobrados (Folhelhos Tamengo).

Assim, o A. propõe que se destaque a formação El Carmen da série Santiago (Devoniano Inferior), e que a mesma seja considerada como uma formação independente, de idade Siluriana Superior.

ABSTRACT

A small collection of generally badly preserved molds and impressions from the El Carmen sandstone of eastern Bolivia was studied in the hope that these fossils might provide any clue about the geologic age of this formation, which so far had been assigned either to the Ordovician or to the Lower Devonian by successive workers. A critical analysis of the stratigraphic position, and the data obtained during the study of the fossils, provided the following facts: *a*) several authors stressed the presence of an inconformity between the folded Ordovician shales and the overlying El Carmen sandstone; *b*) in addition, none of the Ordovician species known from South America was found in the El Carmen; *c*) the El Carmen faunule does not contain a single species comparable to the well known Lower Devonian Icla fauna from Bolivia or to any other contemporaneous fauna from the southern hemisphere; *d*) the El Carmen fossils, though not fit for a specific correlation, belong to genera which are well represented in Upper Silurian formations from Bolivia, Argentina and Paraguay, as well as from other parts of the world.

On the basis of these facts, the author proposes to detach the El Carmen from the Lower Devonian Santiago series, to which it lately had been assigned as basal member, thus considering the El Carmen as a distinct Upper Silurian formation which occupies a position between the Ordovician Tamengo shales of the Corumbá series and the Lower Devonian Limoncito sandstone and La Torre shales of the Santiago series of eastern Bolivia.

INTRODUÇÃO

Devemos à gentileza do Professor Dr. Octavio Barbosa a remessa de uma pequena coleção de fósseis do arenito El Carmen, da Bolívia. Estes fósseis foram encontrados durante a construção da Estrada de Ferro Brasil-Bolívia, quando da abertura de um corte nas proximidades da estação Quimome, no Departamento de Santa Cruz, Bolívia, e foram recolhidos pelo Engenheiro Francisco Souza Aguiar. Por ocasião da remessa, solicitou-nos o Prof. Barbosa estudássemos a possibilidade de fornecer êste material algum elemento para identificar a idade geológica do arenito El Carmen, visto o mesmo se encontrar citado na literatura com idades que variavam do Ordoviciano ao Devoniano. Embora tivéssemos recebido êste material já há algum tempo, compromissos vários não nos permitiram atacar de pronto o problema, e só no transcurso dos últimos meses conseguimos proceder à preparação e à conseqüente tentativa da identificação dos fósseis.

Não obstante a relativa abundância do material que recebemos para estudo, consiste o mesmo na sua maioria de fragmentos de rocha com impressões de fósseis, coletados, ou melhor, ajuntados sem qualquer seleção, no estado em que foram obtidos acidentalmente pelos trabalhadores da estrada, naturalmente inexperientes em serviços dêste mister. Em conseqüência, a grande maioria dos fósseis é imprestável para a classificação, e as poucas formas que poderiam permitir uma eventual correlação e conseqüente identificação da idade encontram-se fragmentados e incompletos, ou então de tal forma mal conservados que a sua análise sistemática se torna praticamente impossível. E' êste o motivo porque teremos que limitar-nos aqui a apresentar apenas uma nota preliminar a respeito dos resultados obtidos; esperamos que pesquisadores, que de futuro tenham oportunidade de trabalhar naquela região boliviana, consigam obter uma coleção representativa de fósseis em melhor estado de conservação.

ANÁLISE DOS FÓSSEIS

Como já dissemos, consistem as amostras do El Carmen em fragmentos e blocos de arenito juntados sem qualquer seleção, contendo na sua maioria moldes e impressões de fósseis conservados de maneira pouco satisfatória para uma identificação precisa; há a acrescentar ainda que a matriz é muito compacta, quartzítica, dificultando enormemente a preparação, além do que a própria estrutura do arenito provoca a obliteração dos detalhes pela superimposição e compressão dos grãos de quartzo.

Desde que a principal finalidade dêste trabalho consistia em encontrar-se um elemento que permitisse estabelecer a idade do El Car-

men, procuramos antes de mais nada verificar qual a posição estratigráfica dêste arenito e quais os fósseis capazes de servirem de base para uma correlação. Quanto à sua posição, constatamos que o El Carmen tinha sido referido tanto como membro da formação ordoviciana subjacente como da série eodevoniana superposta, as quais assim delimitavam a provável idade. Procedendo à análise da fáunula El Carmen, verificamos que a mesma infelizmente consistia de espécies ainda não descritas das formações geológicas, acima indicadas, do hemisfério meridional; dizemos infelizmente porque o nosso trabalho teria sido sumamente simplificado caso tivéssemos encontrado uma ou mais formas que permitissem uma fácil correlação. Como a nossa principal preocupação se concentra na identificação da idade, abstermo-nos de proceder nesta nota preliminar à descrição das novas espécies encontradas no El Carmen, sem valor estratigráfico, limitando-nos a dar uma ligeira descrição dos gêneros de que se compõe o conjunto faunístico dêste arenito.

O elemento mais conspícuo e abundante é representado nesta fáunula por um braquiópodo, que passamos a descrever em primeiro lugar.

Dalmanella sp.

Descrição: Desde que não se encontraram valvas conjugadas, a descrição resumida foi baseada em aproximadamente 50 moldes e impressões de valvas ventrais e dorsais isoladas. Perfil lateral plano-convexo; conchas de contorno elítico, com margens laterais e frontal arredondadas; linha cardinal reta correspondendo a aproximadamente 2/3 da maior largura encontrada na parte média da concha. Superfície inteiramente coberta por estrias radiais finas que, partindo da região umbonal, aumentam de número em direção anterior por bifurcação ou intercalação, encontrando-se atravessadas da região média até a anterior por pronunciadas linhas e rugas de crescimento.

Valva ventral com superfície convexa, salientando-se ao longo da linha mediana uma carena que se abranda na região anterior. Internamente com dentes curtos, apoiados sobre placas dentais, a partir das quais se desenvolvem carenas ligeiramente encurvadas, delimitando lateralmente o campo muscular e em seguida convergindo para o centro; campo muscular alongado, estendendo-se até aproximadamente à metade da concha, apresentando um aspecto flabeliforme, com região anterior bilobada por profunda reentrância e dividido ao meio por pronunciada carena septal; impressão dos adutores pouco nítida.

Valva dorsal com superfície plana na região central e ligeiramente convexa nas partes laterais, com raso sulco mediano que termina em uma inflexão na comissura frontal. Internamente com região cardinal muito simples, com processo cardinal pouco distinto, mas com pronun-

ciado septo mediano, do qual divergem lateralmente as curtas placas crurais que terminam em pontas livres; fossetas dentais pouco nítidas; da base das placas crurais partem carenas em geral pouco distintas que delimitam lateralmente o campo muscular e aparentemente se projetam para a frente; campo muscular ovalado, repartido pelo septo mediano; estas impressões no arenito não permitem distinguir maiores detalhes da estrutura interna.

Dimensões: Na maioria das formas as dimensões altura-largura variam entre 12x14 e 18x22; além das formas jovens, menores, ocorrem outras que ultrapassam as médias citadas, atingindo até 21x26 mm.

Discussão: Como não se cogitou aqui de descrever uma nova espécie, julgamos suficiente resumir na descrição os principais elementos distinguíveis nos moldes conservados no arenito. A ausência da concha naturalmente não nos permitiu comprovar a existência da punctuação, característica do gênero *Dalmanella*, mas a morfologia externa bem como a estrutura interna parecem não deixar dúvidas sobre a identificação genérica. Pelo que nos foi possível verificar, a espécie de *Dalmanella* que mais se aproxima desta forma boliviana é *D. cimex*, primeiramente descrita por Kozłowski (1929) do Gotlandiano da Polônia e cuja descrição concorda perfeitamente com os elementos preservados no arenito El Carmen, tanto que, não fôsse a natural relutância em sugerir uma correlação não comprovada, devido à falta das conchas para uma comparação, não teríamos a mínima dúvida em referir esta forma à mencionada espécie. Dahmer (1942) também registra a ocorrência de *D. cimex* nas camadas Weismes da província do Reno, Alemanha, e assinala a distribuição dessa espécie por diversos países da Europa, onde ocorre no andar Ludlow do Gotlandiano, em camadas siluro-devonianas, e no andar Gediniano, base do Devoniano Inferior; embora no trabalho de Dahmer se encontre apenas uma descrição resumida, esta, e principalmente as figuras reproduzidas pelo mesmo, também concordam perfeitamente com a espécie boliviana.

Schuchert & Cooper (1932) incluíram *Dalmanella cimex* no gênero *Platyorthis*, por eles erigido em 1931 e em cuja diagnose assinalam a ausência da dobra e do sulco mediano, que no entanto são feições características de *D. cimex*, motivo porque esta espécie não poderá ser incluída no gênero *Platyorthis*; esta particularidade parece ter escapado a Dahmer (1942), o qual, no entanto, indica outras diferenças que o levaram a discordar da referência da mencionada espécie a *Platyorthis*.

Em comparação com formas descritas na América do Sul, nota-se uma certa semelhança da espécie boliviana com *Dalmanella freitana* Clarke (1899), do Siluriano do rio Trombetas, semelhança essa muito pronunciada no que diz respeito à simplicidade da região cardinal; todavia não nos foi possível proceder a uma comparação mais precisa

porquanto Clarke se limitou a dar uma descrição bastante resumida e a reproduzir desenhos pouco significativos, elementos estes insuficientes para comprovar a identidade específica.

Outra forma muito semelhante foi ainda descrita por Clarke (1913) do Siluriano da Argentina, forma essa plano-convexa e cujo interior apresenta um arranjo cardinal quase que idêntico ao da espécie boliviana, a julgar pela descrição e pelo desenho esquemático de Clarke; o mencionado autor assinalou a semelhança das valvas conjugadas com os gêneros *Orthis* e *Dalmanella*, principalmente com *D. elegantula*, mas, baseado no fraco desenvolvimento da charneira, resolveu propor para esta forma o novo gênero *Australina*. Como já assinalamos, existe notável semelhança entre a região cardinal muito simples da forma boliviana e *Australina jachalensis*; relutamos, no entanto, em sugerir uma possível identidade pelo motivo de Clarke ter indicado na descrição desta espécie que "a superfície é completamente lisa, sem plicações", e não sabermos se com isto queria exprimir que a superfície efetivamente é lisa, sem estrias radiais, ou se o termo "plicações" foi empregado corretamente, referindo-se ao sulco ou à carena mediana. Deve-se, todavia, notar que Clarke assinalou a semelhança de *Australina* com *Dalmanella elegantula*, forma caracteristicamente estriada, e que por isso não poderia ter servido como exemplo de comparação caso a espécie argentina efetivamente fôsse "lisa", isto é, destituída de estrias radiais. Aliás, a propósito desta espécie de *Dalmanella*, lembramos que Dahmer, no já citado trabalho, assinala que *D. cimex* pertence ao grupo de *Dalmanella elegantula*, o que vem reforçar ainda mais a nossa impressão de que a forma boliviana aqui estudada é, senão idêntica, pelo menos notavelmente semelhante a *D. cimex*.

Do Devoniano Inferior da América do Sul até agora não se conhecem formas comparáveis a esta espécie de *Dalmanella* do arenito El Carmen.

Arabaia? sp.

Encontra-se na coleção um molde incompleto e mal definido de um braquiópodo cujos característicos observáveis sugerem uma semelhança com *Arabaia parva* Clarke (1899), do Siluriano do rio Trombetas. Esta amostra única está, porém, por demais mal conservada para permitir um estudo e a comparação da sua estrutura interna, motivo porque a referimos ao mencionado gênero com toda reserva.

Rhynchospirina? sp.

Ocorrem no El Carmen diversos moldes externos de um pequeno braquiópodo, cuja posição sistemática é muito duvidosa devido ao des-

conhecimento da sua estrutura interna. O contôrno da concha e a forma e disposição das costelas sugerem afinidade com o gênero *Rhynchospirina*, principalmente com a espécie *R. baylei* descrita por Kozłowski (1929) do Gotlandiano da Polônia. Qualquer tentativa de correlação é, todavia, prematura, enquanto não se conhecer maiores detalhes.

Nuculites sp.

Este gênero encontra-se representado no El Carmen por diversos moldes internos de pequenas dimensões, em geral não ultrapassando 10 mm de comprimento. A má conservação da charneira no arenito não permite proceder-se a uma comparação específica. Assim, limitamos a deixar assinalada a ocorrência deste gênero, por si só sem valor estratigráfico, visto sua distribuição se estender do Ordoviciano ao Devoniano.

Palaeoneilo sp.

Encontramos na coleção apenas três moldes referíveis a este gênero. Trata-se de conchas relativamente pequenas, cujo comprimento não ultrapassa 20 mm; o seu contôrno é ovóide, destacando-se pela relativa altura da região umbonal, que faz com que a altura da concha ultrapasse a metade do seu comprimento. Esta é uma feição que destaca esta forma boliviana das espécies até agora descritas do Eodevoniano da América do Sul, que em geral apresentam conchas mais alongadas e, além disso, grandes dimensões, chegando a atingir 90 mm de comprimento. Espécie semelhante em seus traços gerais à forma boliviana é *Palaeoneilo constrictiformis* Harrington (1950), do Siluriano do Paraguai, que apresenta o mesmo contôrno e idênticas dimensões; a descrição da referida espécie, foi, no entanto, baseada em exemplares com dentição incompleta, não sendo assim possível proceder-se à comparação da charneira, motivo porque as eventuais afinidades permanecem em dúvida.

Actinopterella? sp.

Existe na coleção apenas um espécime, mostrando o exterior de uma valva esquerda, que pela sua forma sugere tratar-se de um representante de *Actinopterella*; devido ao desconhecimento da charneira, não conservada neste molde, esta referência não deixa de ser duvidosa. Como além disso o referido gênero, e outros externamente semelhantes, em geral têm larga distribuição vertical, esta forma somente teria interesse caso fôsse possível identificar a espécie para uma eventual corre-

lação; desde que os elementos de que dispomos são insuficientes neste sentido, limitamo-nos a assinalar a ocorrência desta forma no El Carmen.

Modiolopsis sp.

Algumas impressões externas de valvas direitas e esquerdas apresentam a forma característica dos *Modiolopsidae*, com concha obliquamente alongada, inequilátera, região anterior estreita e posterior larga, e bico subterminal, feições essas encontradas tanto no gênero *Modiolopsis* como em *Modiomorpha*, externamente muito semelhantes. Um único molde interno de uma valva esquerda, que julgamos representar a mesma forma, mostra a impressão dos dois músculos, sendo a do anterior bem definida e a do posterior mais fraca; a charneira aparentemente é edentelosa, mostrando apenas uma pequena e mal definida saliência, o que nos leva a referir esta forma ao gênero *Modiolopsis*, visto a charneira da valva esquerda de *Modiomorpha* ser caracterizada por um forte dente triangular, dirigido obliquamente para traz.

Como acontece com a grande maioria dos fósseis do El Carmen aqui estudados, em geral o fator mais importante e significativo para a identificação das formas não se encontra conservado, ou então acha-se parcial ou mesmo totalmente obliterado pela granulação do arenito. No presente caso, a constituição da charneira é de elevada importância, pois a presença e a forma dos dentes, ou então a comprovação da sua ausência, permitiria uma classificação bastante segura; no entanto, o que se nota neste molde interno, é apenas uma saliência pouco nítida que, por um azar de conservação, poderia eventualmente representar um dente destruído por compressão posterior. Não fôsse isso, poderia talvez essa única forma nos fornecer um índice seguro para a identificação da idade do El Carmen, pois o gênero *Modiolopsis* aparentemente não ultrapassa o Siluriano, enquanto *Modiomorpha* se encontra restrito ao Devoniano.

Com referência a êsse último gênero, há a salientar ainda que a forma boliviana não concorda em dimensões e contôrno com nenhuma das espécies de *Modiomorpha* até agora conhecidas do Eodevoniano da América do Sul.

Laevidentalium? sp.

Cêrca de 10 espécimes, apresentando um tubo ligeiramente encurvado, cônico, destituído de ornamentação, correspondem à diagnose genérica de *Laevidentalium*, gênero êsse conhecido a partir do Siluriano. Desde que até agora não foram descritos representantes dêste gênero do Paleozóico sulamericano, limitamo-nos a deixar registrada a ocorrência no El Carmen desta forma de reduzido valor para a correlação.

Platyostoma? sp.

O único gastrópodo do El Carmen encontra-se representado por alguns fragmentos de espiras, geralmente deformadas por compressão, nas quais não é possível examinar a forma da abertura. Trata-se de uma forma relativamente pequena, cujos elementos preservados sugerem tratar-se de um representante de *Platyostoma*, gênero êsse que, segundo *Wenz* (1938), ocorre do Siluriano Superior ao Devoniano. Não obstante a deficiência de elementos disponíveis para uma comparação, verifica-se que a forma boliviana se distingue das espécies anteriormente descritas do Eodevoniano do Pará (*Clarke*, 1899) e do Paraná (*Langé*, 1943) principalmente pelas pronunciadamente maiores dimensões destas últimas.

“Orthoceras” sp.

Encontra-se na coleção apenas um pequeno fragmento da região posterior de um *Orthoceratídeo* que não permite o exame de qualquer estrutura de valor diagnóstico, motivo porque nos limitamos a indicá-lo como provável representante de *“Orthoceras”*, termo sob o qual se encontram reunidos atualmente diversos gêneros de larga distribuição vertical, do Ordoviciano ao Triássico. Na impossibilidade de proceder-se a uma identificação específica, capaz de permitir uma eventual correlação, a ocorrência desta forma no El Carmen é citada aqui apenas para demonstrar a composição faunística dêste arenito.

Tentaculites sp.

Ocorrem na coleção alguns espécimes mal conservados de *Tentaculites*, que se destacam pelas suas grandes dimensões, ultrapassando 30 mm de comprimento; a concha é reta, cônica, inteiramente coberta por anéis uniformes, relativamente afastados entre si por cinturas largas; a matriz arenosa não permite observar qualquer ornamentação. Embora se disponha de apenas poucos elementos, permitem êstes constatar a ausência de afinidade desta forma com as espécies até agora descritas do Eodevoniano meridional, entre as quais as formas completamente aneladas apresentam dimensões pequenas e anéis dispostos apertadamente sobre a concha, enquanto as espécies grandes, como *T. jaculus* *Clarke* (1913), da série Paraná, apresentam a parte apical lisa e uma anelação muito irregular. Conformação semelhante a esta espécie boliviana é encontrada em *T. trombetensis* *Clarke* (1899), do Siluriano do Pará, a qual todavia se distingue pelas suas menores dimensões, motivo porque hesitamos em sugerir uma possível afinidade.

Calymene? sp.

Encontramos no El Carmen apenas um único fragmento de trilobite, representado pelo molde pouco nítido de um cranídeo incompleto, que permite observar os seguintes característicos: glabela convexa, curta, apresentando um comprimento igual à maior largura basal, estreitando-se para a frente, em forma trapezoidal, com a testa arredondada, e provista lateralmente de 3 (4?) pares de sulcos glabellares pouco nítidos, dirigidos para traz na região central; anel occipital incompleto, aparentemente encurvado para a frente na sua região mediana; sulco dorsal raso mas bem definido, sulco occipital mais profundo; campo preglabellar muito estreito, déprimido, arredondado, acompanhando a curvatura do lobo frontal, não se encontrando conservado o rebordo anterior. As genas fixas são bastante elevadas e relativamente largas, estendendo-se obliquamente para traz, desde a testa do lobo frontal até a altura do terceiro lóbulo lateral; os limbos póstero-laterais não se encontram conservados. São apenas êsses os elementos observáveis.

Dimensões: (Campo preglabellar até anel occipital) = Comprimento 7 mm. (Largura entre as margens das genas fixas) = Largura 11 mm.

Discussão: Os caracteres acima descritos sugerem tratar-se nesta amostra de um representante da família Calymenidae, mas a sua referência ao gênero *Calymene* foi feita com certa reserva, pois os lóbulos posteriores da glabela estão muito mal conservados e não foi possível verificar se concordam com a forma característica do mencionado gênero; além disso, não se encontram conservados os limbos póstero-laterais, não sendo assim possível acompanhar o desenvolvimento da sutura facial. As pequenas dimensões sugerem tratar-se nesta amostra possivelmente de uma exúvia de um indivíduo imaturo, tornando ainda mais difícil a identificação devido à falta de uma série representativa capaz de permitir acompanhar-se o desenvolvimento ontogenético do gênero a que pertence. De qualquer maneira, os elementos preservados no cranídeo indicam tratar-se de uma forma relativamente antiga, pois a glabela trapezoidal, estreitada na região anterior arredondada e não atingindo a margem frontal do céfalo, é característica das formas derivadas das Olenidae cambrianas, representadas no Siluriano principalmente pela família Calymenidae.

Verificamos na literatura disponível que Harrington (1950) descreveu *Calymene boettneri* do Siluriano do Paraguai, mas o estado incompleto e possivelmente imaturo da forma boliviana não permite uma comparação detalhada. Clarke (1913) cita a ocorrência de *Calymene* sp. no Siluriano da Argentina, sem no entanto fazer uma descrição. Kozłowski (1923) descreveu *Calymene* sp. do Devoniano Inferior da Bolívia, mas na impossibilidade de se proceder a uma comparação das genas livres e da região posterior do céfalo, somente

nos cabe assinalar que a referida espécie atinge quase o dôbro das dimensões da forma do El Carmen; esta parece ser a única espécie de *Calymene* descrita do Eodevoniano meridional.

"Chondrites"

Entre o material que nos foi enviado encontra-se um bloco de arenito de aproximadamente 30 cm de comprimento e que aparentemente provém de um sedimento depositado em águas bastante rasas de região costeira, pois existe grande abundância de mica e na parte média destaca-se nítida marca de onda. Este bloco encontra-se recoberto na parte superior por uma série de tubos encurvados, de até 10 cm de comprimento e de 2 a 3 mm de largura, dos quais divergem lateralmente diversos ramos de igual diâmetro e que ocasionalmente também apresentam bifurcações. Formas semelhantes têm sido descritas sob a designação de "Chondrites" (v. Abel, 1935), tratando-se provavelmente de perfurações deixadas no sedimento por vermes em procura de alimento. Nas margens do bloco verifica-se que alguns tubos penetram obliquamente no sedimento, aparentando então as formas referidas a "*Scolithus*". Desde que êstes tubos ou perfurações são conhecidos desde o Cambriano, dificilmente poderão fornecer alguma indicação sôbre a idade dos sedimentos.

ESTRATIGRAFIA E IDADE GEOLÓGICA

Desde que não conhecemos pessoalmente as localidades de onde procedem os fósseis acima analisados, teremos que nos basear nas observações dos autores que estudaram a geologia desta região da Bolívia; como, no entanto, existem algumas divergências nos trabalhos dêstes autores, principalmente no que diz respeito à seqüência estratigráfica e à idade das diversas formações, torna-se necessário reproduzir aqui um resumo das observações anteriores.

Devemos a primeira referência aos arenitos que forneceram os fósseis aqui estudados a d'Orbigny (1842); ao atravessar as serranias que limitam a planície chaquenha pelo norte, o referido autor distinguiu nestas montanhas três formações distintas que julgou poder correlacionar com as do altiplano boliviano, referindo em consequência os folhelhos basais (*phyllades bleus*) ao Siluriano, os arenitos claros e compactos da parte média ao Devoniano, e os arenitos vermelhos superiores ao Carbonífero.

Oliveira & Leonardos (1943), baseados nas investigações de A. I. Oliveira e Pedro de Moura, foram os primeiros a dar uma

descrição resumida e uma secção geológica ao longo da Estrada de Ferro Brasil-Bolívia, propondo nomes para as diversas unidades estratigráficas até então sem denominação própria. Pela secção geológica desses autores, que abrange a região entre o rio Paraguai até as proximidades de Las Taperas, Km 360 da linha Corumbá-Bolívia, verifica-se que a referida ferrovia principia cortando calcários da série Corumbá, referidos ao Cambriano, até um pouco além de Yacuces (Km 64), onde os referidos calcários mergulham sob folhelhos argilosos, nesta região encobertos por depósitos arenosos do Quaternário, que se estendem até as proximidades da estação El Carmen (Km 110), onde principiam os arenitos El Carmen. Os folhelhos argilosos, que devem corresponder às *phyllades* silurianas de d'Orbigny, foram referidos por Oliveira & Leonardos ao Ordoviciano, devendo notar-se todavia que na descrição da geologia desta região os mencionados autores afirmam que o arenito El Carmen se encontra diretamente sobre o calcário cambriano da série Corumbá, sem interposição de folhelho; é possível que tenham sido levados a indicar a presença de folhelho nesta secção da Bolívia por terem constatado que em Forte Coimbra, Mato Grosso, encontra-se acima do calcário Corumbá um banco de folhelho argiloso capeado por uma formação arenítica idêntica à de El Carmen, membros superiores desses referidos ambos a uma só formação ordoviciano, fazendo assim uma distinção entre estes folhelhos da base do El Carmen e os folhelhos supostamente cambrianos da série Corumbá das margens do rio Paraguai.

Almeida (1945) indica que o arenito El Carmen na Bolívia se encontra em discordância sobre folhelhos, os quais, no entanto, descreve como pertencentes à série Corumbá, indicando para esta a idade ordoviciano. Também Ahlfeld (1946) assinala que sob o arenito El Carmen ocorrem folhelhos cambrianos da série Corumbá, mas no resumo da sucessão estratigráfica volta a reunir tanto os folhelhos como o El Carmen em uma só formação ordoviciano.

Na secção geológica de Barbosa (1949) o arenito El Carmen descança diretamente sobre calcários Corumbá, sem intercalação de folhelhos, muito embora na descrição o referido autor confirme as observações de Almeida sobre a passagem dos referidos calcários a folhelhos para o ocidente, assinalando ainda no texto que "o arenito El Carmen superpõe inconformemente os folhelhos Tamengo", que fazem parte da série Corumbá, referida com certa dúvida ao Ordoviciano. Também em uma carta o Prof. Barbosa nos escreve que "o El Carmen deposita-se com discordância angular sobre a série Corumbá (dolomitos, calcários e folhelhos, de baixo para cima, nesta ordem). Formação Tamengo e folhelhos ordovicianos são a mesma coisa".

Divergindo embora sobre se os folhelhos abaixo do El Carmen pertencem à série Corumbá ou a uma série posterior, verifica-se que os au-

tores acima citados concordam em que os mencionados folhelhos devem ser referidos ao Ordoviciano.

Muito embora o nosso estudo se relacione principalmente com o arenito El Carmen, reproduzimos aqui as observações sobre as formações subjacentes porque a seqüência estratigráfica destas últimas representa elemento de certa importância para a elucidação da idade do arenito, e mesmo porque Oliveira & Leonardos incluíram tanto os folhelhos basais como o arenito El Carmen em uma só formação supostamente ordoviciano.

Superpondo-se em discordância aos folhelhos ordovicianos, o arenito El Carmen principia próximo à estação de igual nome, no Km 110 da ferrovia Brasil-Bolívia; inicialmente formando morros isolados, este arenito estende-se rumo ONO, constituindo a serra Santiago, em cuja margem ocidental, um pouco além de Roboré (Km 255), mergulha sob o arenito Limoncito e os folhelhos La Torre, onde por sua vez se encontram capeados pela formação arenítica de El Porton. Nas secções geológicas dos diversos autores notam-se divergências quanto ao desenvolvimento para oeste das formações; assim, em Oliveira & Leonardos a secção termina na região de Las Taperas, onde o folhelho La Torre se encontra representado como encobrindo o arenito El Carmen. Pela secção e pelo mapa geológico de Ahlfeld verifica-se que além da capa de arenito El Porton afloram novamente os folhelhos La Torre, os quais por um falhamento passam abruptamente ao Precambriano da serra Las Taperas; nas proximidades da estação San José a estrada penetra novamente no arenito El Carmen, acompanhando-o até um pouco aquém da estação Tunas, onde a serra San José se encurva para noroeste, indo terminar próximo a Recreo.

Ahlfeld propôs a substituição do termo de formação El Carmen pelo de "arenito Santiago-San José"; preferimos, no entanto, manter aqui a denominação El Carmen, não só porque a mesma tem prioridade, como também para evitar possíveis confusões com o termo "arenito Serrania Santiago" utilizado anteriormente por Oliveira & Leonardos para os arenitos El Porton. Torna-se, todavia, necessário não confundir a formação El Carmen da Bolívia com o arenito Carmen do Uruguai, arenito esse cuja idade já foi estabelecida como ecdevoniana, em base dos fósseis nele encontrados.

Apresenta-se o arenito El Carmen em bancos com freqüente estratificação entrecruzada e com mergulho geral das camadas para o sul; a espessura máxima deste arenito foi indicada como de aproximadamente 200 metros. Pela descrição de Ahlfeld (1946) verifica-se que este arenito, que freqüentemente é ferruginoso, apresenta uma coloração amarelada, alaranjada ou branca, e um tamanho médio em seus grãos; o cimento compõe-se de quartzo secundário, às vezes também de hematita. Observou-se a presença de raras palhêtas de muscovita e

ao microscópio foram reconhecidas finas agulhas de **turmalina verde**. Em certos horizontes o arenito contém grande abundância de **seixos**, que consistem principalmente de quartzo de vieiro, quartzitos, granitos, gnais e xistos metamórficos.

As amostras com fósseis que nos foram enviadas procedem do Km 439 da Estrada de Ferro Brasil-Bolívia, um pouco além da estação Quimome (Km 434) no Departamento de Santa Cruz; segundo informações do Prof. Octavio Barbosa, o horizonte fossilífero se encontra 15 a 20 metros abaixo do topo do El Carmen. Consistem estas amostras de um arenito muito compacto, quartzítico, de coloração rosa a avermelhada; a sua granulação é bastante heterogênea, constituída principalmente por grãos de quartzo muito finos, pouco rolados, entremeados de grãos maiores, angulosos, e de esporádicas palhêtas de mica; algumas amostras contém certa quantidade de seixos, geralmente angulosos ou só muito pouco rolados, predominando fragmentos de **quartzo de vieiro**, quartzito, micaxisto e granito. Os fósseis contidos no arenito, consistindo inteiramente de moldes ou impressões, destacam-se em geral por uma coloração vermelha mais carregada, devida, provavelmente, à acumulação de hematita.

Como membro seguinte na seqüência das camadas da região de Roboré a El Porton aparece superposta ao El Carmen a formação Limoncito, termo proposto por Barbosa (1949), cuja descrição resumida passamos a reproduzir: "A primeira exposição de formação Limoncito que se encontra na ferrovia Brasil-Bolívia é o corte seguinte à travessia do rio Tayoy. Trata-se de arenitos finos, micáceos, em parte argilosos, em bancos e em lâminas e sempre dotados de estratificação cruzada miúda. A côr geral é a amarela. São sempre deformados, mostrando dobras e falhas de pequena amplitude. Em geral mergulham para o sul, na mesma grandeza que o arenito El Carmen. No corte de Tayoy encontrei um fragmento de caule não identificável e tubos de vermes. A sua espessura total não deve alcançar 100 m, possivelmente". O Prof. Barbosa examinou o contacto entre o El Carmen e o arenito Limoncito em Tayoy, e constatou também que em um corte no Km 285 da ferrovia o Limoncito se encontra coberto pelos folhelhos La Tôrre.

Esta formação seguinte, La Tôrre, aflora desde o Km 275 até El Porton (Km 297), e consiste de folhelhos cinza-azulados que mergulham 10° para o sul. Baseado nas suas observações de campo e nos dados obtidos em sondagens, reproduzidos no seu trabalho, o Prof. Barbosa indica uma espessura de aproximadamente 200 metros para êstes folhelhos.

São êsses os principais característicos litológicos e estratigráficos das formações El Carmen, Limoncito e La Tôrre, reunidas por Barbosa em uma só série, Santiago, referida ao Devoniano Inferior, embora autores anteriores tivessem indicado idades diferentes para a formação basal e a superior.

Assim, Oliveira & Leonardos (1943) referiram tanto, o folhelho subjacente como o arenito El Carmen ao Ordoviciano, baseados em uma informação fornecida pelo Dr. G. A. Cooper, o qual, após estudar uma pequena coleção de fósseis procedente de um afloramento do arenito El Carmen no rio São Carlos, próximo a Roboré, enviou a seguinte nota: "Os espécimes são todos do mesmo tipo e estão preservados como impressões num arenito sacaroide grosseiro. Representam um generalizado braquiópodo que parece relacionado ao ramo dinoboloide. A valva ventral é caracterizada por um bico. A única impressão de um espécime completo sugere o gênero *Obolellina*, o qual ocorre no Trenton inferior de Ontário, e no calcário Holston da Virgínia. Baseando-me nas observações acima, eu diria que a idade desses fósseis é aproximadamente da parte inferior do Ordoviciano médio; mas deve ser tido em mente que esta sugestão baseia-se em fósseis que não puderam ser determinados de modo preciso".

Além da insegurança desta classificação, há a acrescentar o fato já salientado por Almeida (1944) de que o gênero *Obolellina* não se encontra restrito ao Ordoviciano, pois ocorre também no Siluriano Superior do Canadá, Suécia e Estados Unidos; assim, mesmo que a classificação sugerida por Cooper venha a ser confirmada, a simples ocorrência deste gênero, sem identificação de uma espécie que permita uma correlação precisa, não representa elemento suficiente para limitar a idade do arenito El Carmen ao Ordoviciano.

Almeida e Barbosa referem-se a traços e tubos de vermes encontrados no El Carmen, reconhecendo porém tratar-se de formas sem valor para as determinações cronológicas.

São esses os elementos paleontológicos conhecidos do El Carmen antes da descoberta dos fósseis estudados na presente nota.

Segundo Barbosa, os únicos fósseis encontrados no arenito Limoncito consistem de um fragmento de caule não identificável e de tubos de vermes, formas essas imprestáveis para a determinação cronológica deste arenito.

Para o membro superior da série Santiago, folhelhos La Torre, Oliveira & Leonardos não indicam idade. Ahlfeld confessa que a idade desses folhelhos é desconhecida, mas julga poder correlacioná-los com folhelhos permianos de Mato Grosso. Coube a Barbosa (1949) a descoberta dos primeiros fósseis nos folhelhos La Torre, cujo estudo, realizado por S. Petri (1949), demonstrou que a fauna destes folhelhos é inteiramente semelhante à da formação Icla do altiplano boliviano, e às demais faunas do Devoniano Inferior meridional, como da Chapada de Mato Grosso, da série Paraná, e outras contemporâneas.

Barbosa julgou poder correlacionar os três membros da série Santiago da Bolívia com unidades estratigráficas correspondentes do Eod Devoniano da série Paraná, comparando em consequência o arenito El Car-

men com a formação Furnas, o Limoncito com as camadas de transição, e o folhelho La Tôrre com a formação Ponta Grossa; a correlação das formações superiores, La Tôrre e Ponta Grossa, encontra-se plenamente justificada em base paleontológica, o mesmo, porém, não acontecendo com as formações médias e inferiores, que até agora não forneceram fósseis-guias que autorizassem essa comparação, como teremos oportunidade de demonstrar na discussão final.

A formação arenítica que capeia os folhelhos La Tôrre corresponde aos arenitos carboníferos de d'Orbigny. Oliveira & Leonardos descreveram essa formação sob a designação de arenito Serrania Santiago, que referiram ao Cretáceo; esta mesma idade geológica foi também indicada por Ahlfeld, o qual, no entanto, propôs a denominação de El Porton, atualmente em uso para êsses arenitos.

Barbosa refere a série El Porton ao Permiano, baseado no fato de terem Almeida (1946), Caster (1947), e o próprio Barbosa (1949) demonstrado ser essa série equiparável à série Aquidauana de Mato Grosso e Goiás, e à série Tubarão da bacia do Paraná, para as quais então ainda era admitida a idade permiana; posteriormente, no entanto, foi estabelecido em base paleontológica que a série Tubarão pertence ao Carbonífero Superior (v. Lange, 1954), vendo-se assim confirmada a idade inicialmente sugerida para êsses arenitos por d'Orbigny.

DISCUSSÃO.

Resumindo-se as observações anteriores sôbre a geologia da região da Bolívia aqui considerada, verifica-se que a seqüência estratigráfica principia na base por calcários e folhelhos da série Corumbá, aos quais se superpõe em discordância os arenitos El Carmen. D'Orbigny (1842) referiu os folhelhos ao Siluriano, e o arenito ao Devoniano. Oliveira & Leonardos (1943), baseados em semelhanças litológicas com afloramentos de Mato Grosso, reuniram o folhelho e o arenito em uma só formação, designada El Carmen, para a qual indicaram a idade ordoviciana. O arenito El Carmen, no entanto, apresenta todos os característicos de um sedimento basal de transgressão, sendo assim estranhável encontrar-se o mesmo acima de um folhelho argiloso de formação contemporânea. Além disso, Almeida (1945) e Barbosa (1949) assinalaram que existe marcante discordância angular entre o folhelho e o arenito, motivo porque foram levados a admitir idades diferentes para estas duas formações.

Almeida verificou que o folhelho pertencia à série Bodoquena (= série Corumbá), que referiu ao Ordoviciano; com referência a esta mesma idade indicada para o arenito El Carmen por Oliveira & Leonardos, demonstrou a fragilidade dos elementos em que se basearam aqueles autores, e terminou sugerindo que o arenito deveria ser separado como formação distinta, posterior, possivelmente do Eodevonian. A idêntica

conclusão chegou Barbosa, que mais uma vez chamou a atenção para a discordância existente entre estas duas formações.

Embora afastada assim a hipótese de pertencer o arenito à mesma formação do folhelho ordoviciano basal, permaneceu em aberto a questão da idade do El Carmen, que inicialmente fôra referido ao Devoniano por d'Orbigny, depois ao Ordoviciano por Oliveira & Leonardos, e por Ahlfeld, e novamente ao Devoniano por Almeida e por Barbosa. Este último autor, ao estabelecer a série Santiago, sugeriu uma possível correlação dos diversos membros com as formações da série Paraná, comparando o arenito El Carmen ao Furnas, o arenito Limoncito com as camadas de transição, e o folhelho La Torre com a formação Ponta Grossa.

Já tivemos oportunidade de nos referir à inteira procedência da correlação das formações superiores, La Torre e Ponta Grossa, estabelecida em sólida base paleontológica. Os membros inferiores, no entanto, até agora não forneceram elementos, quer paleontológicos quer litológicos, que justifiquem essa correlação entre a Bolívia e o Paraná. Assim, embora Barbosa se referisse, quando da descrição do El Carmen, a que "todos os seus caracteres litológicos indicam extraordinária semelhança com a formação Furnas", verificamos pela descrição de Ahlfeld, e também pelas amostras que nos foram enviadas, que se trata de um arenito mais compacto, quartzítico, e que os abundantes seixos que contém, além de geralmente angulosos, consistem de quartzo de vieiro, quartzitos, micaxistos, granitos, pegmatitos, gnais, e outros, em contraste com os seixos quase que exclusivamente de quartzo e quartzito, bem rolados, do arenito Furnas, que além disso é mais friável.

Essa diferença litológica, no entanto, poderá eventualmente ser explicada pela diferente origem do material e pela sua deposição em maior ou menor distância da costa.

Nenhum valor cronológico poderá ser atribuído à semelhança da estratificação, pois representando tanto o El Carmen como o Furnas depósitos costeiros de transgressão, seria de esperar que ambos apresentassem uma estratificação cruzada, a qual, no entanto, não implica e nem requer identidade cronológica.

Verifica-se, pois, que tanto as semelhanças estratigráficas como as diferenças litológicas podem ser acidentais, não sendo assim suscetíveis de servirem de elemento de comparação.

Dados muito mais seguros e significativos são encontrados na comparação paleontológica, e baseados nos elementos até agora conseguidos vemo-nos forçados a discordar da proposta correlação do arenito El Carmen com a formação Furnas, como passaremos a demonstrar.

O único fóssil até agora descrito do arenito Furnas consiste da pista *Fraena furnai* Lange (1942), enquanto as formas encontradas nos folhelhos e arenitos de transição pertencem tôdas à fauna já conhecida da formação Ponta Grossa, superposta. No arenito El Carmen, ao

contrário, ocorre uma fáunula completamente distinta da bem estudada fauna eodevoniana, tanto da série Paraná, como das demais formações contemporâneas do hemisfério austral, inclusive da Bolívia. Mesmo admitindo-se que a ausência de fósseis no arenito Furnas fôsse acidental, seria de esperar que as formas que habitavam o mar eodevoniano durante a sua fase transgressiva fôssem em grande parte idênticas às depositadas nas regiões mais profundas deste mesmo mar; no entanto, não se encontrou no El Carmen uma só espécie correlacionável com as do folhelho La Torre, superposto, ou com qualquer das demais formações eodevonianas da América do Sul.

Eliminada assim a possibilidade de uma eventual correlação do El Carmen com o arenito Furnas, ou com outra formação eodevoniana ou posterior, procedemos à comparação com formações mais antigas da América do Sul. Principiando pela própria Bolívia, encontramos em Kozłowski (1923) e Ahlfeld (1946) a descrição de diversas regiões em que aparentemente se deu uma sedimentação contínua, desde o Ordoviciano até o Devoniano Inferior; dos arredores de Tarabuco os referidos autores descrevem a seguinte seqüência:

4. folhelhos arenosos alternando com bancos de arenito, com uma espessura de várias centenas de metros, contendo uma fauna característica da formação Icla Devoniano Inferior
3. folhelhos arenosos e arenitos quartzíticos amarelados ou arroxeados, com numerosos restos de *Clarkeia antisimensis*, 30 metros Siluriano Superior
2. arenito branco, quartzítico, sem fósseis, 40 metros de espessura Siluriano?
1. camadas principalmente arenosas, com uma espessura de várias centenas de metros, com *Cruziana furcifera* Ordoviciano.

Ainda da zona meridional do geossinclinal preandino, Ahlfeld reproduz as seguintes observações de Steinmann: acima das camadas com *Cruziana* e *Lingula*, do Ordoviciano, ocorrem arenitos quartzíferos com aproximadamente 100 metros de espessura contendo, além de uma *Nucula*, galerias de vermes (*Scolithus*) e, nas capas superiores, *Clarkeia antisimensis*, espécie característica do Siluriano; sôbre êste horizonte ocorrem folhelhos arenosos contendo bancos de calcários com fósseis típicos do Devoniano Inferior.

A referência do arenito El Carmen ao Ordoviciano, sugerida por Cooper, não nos parece merecer acolhida, porquanto: 1º) Cooper não

identificou a espécie da duvidosa *Obolellina*, que assim não pode servir para delimitar a idade, pois o referido gênero se estende até o Siluriano; 2.º) o El Carmen jaz com pronunciada discordância angular sobre folhelhos referidos ao Ordoviciano; e 3.º) não encontramos na fáunula do El Carmen qualquer espécie correlacionável com formas conhecidas do Ordoviciano da América do Sul.

Não possuímos assim qualquer elemento que exigisse ou mesmo justificasse a referência do arenito El Carmen ao Ordoviciano.

Resta-nos então como última alternativa proceder à comparação da fáunula El Carmen com as formas do Siluriano.

Devemos a identificação da idade siluriana das camadas com *Clarkeia antisimensis* a Clarke (1913), o qual, ao estudar uma fauna associada a esta forma na Argentina, contendo, entre outras, espécies de *Australina*, *Platyostoma*, *Tentaculites*, *Orthoceras*, *Calymene*, etc., concluiu que êste grupo de espécies não era conhecido alhures em qualquer fauna reconhecidamente devoniana, quer do hemisfério austral quer do boreal, e mais, que abrangia uma série bem definida de formas típicas do Siluriano Superior (Gotlandiano).

Kozłowski (1923), ao descrever *Clarkeia antisimensis* do Siluriano Superior da Bolívia, demonstrou ser esta espécie idêntica a *Liorhynchus bodenbenderi* Kayser (= *Clintonella bodenbenderi* Clarke) da Argentina, incluindo na sinonímia ainda *Terebratulina antisimensis* d'Orb. e *Liorhynchus antisimensis* Knod, da Bolívia. Referindo-se às formas que ocorrem associadas na Bolívia a *Clarkeia antisimensis*, Kozłowski ressalta não ocorrer neste horizonte qualquer espécie conhecida do Devoniano, mas sim, apenas formas peculiares, como *Dalmanella tacopayana* e *Tentaculites* sp., além de um braquiópodo semelhante a uma forma do Siluriano da Argentina.

Verifica-se, pois, pelos autores acima citados, que os horizontes silurianos caracterizados por *Clarkeia* apresentam a mesma particularidade do arenito El Carmen, isto é, ausência de formas devonianas. Além disso, embora até agora não se tivesse positivada a ocorrência de *Clarkeia antisimensis* no El Carmen, ressalta a notável semelhança da composição faunística dêste arenito com as formas acima citadas do Siluriano da Argentina e da Bolívia, e também com as de formações contemporâneas de outras regiões, conforme passaremos a demonstrar.

Neste sentido, conforme já foi assinalado quando da análise dos fósseis, verifica-se pronunciada semelhança entre a *Dalmanella* do El Carmen e *D. cimex*, que ocorre principalmente no Gotlandiano da Europa, tendo ainda sido assinalada em camadas siluro-devonianas e no andar Gediniense, base do Devoniano Inferior; de qualquer maneira, trata-se de uma forma mais antiga que a fauna da série Paraná e demais formações correlatas, que provavelmente correspondem ao Oriskany, da parte média do Eodevoniano (v. Lange, 1954). Forma semelhante ainda

é *Dalmanella freitana*, do Siluriano do Trombetas, e, possivelmente, *Australina jachalensis*, associada a *Clarkeia* em camadas silurianas da Argentina.

Os outros braquiópodos, embora de identificação duvidosa devido à má conservação, também sugerem maior afinidade com formas silurianas. Assim, *Anabaia?* do El Carmen talvez apresente alguma afinidade com *A. paraia*, do Siluriano do Trombetas, enquanto *Rhynchospirina?* se assemelha bastante a *R. baylei* do Gotlandiano da Polônia.

Outra forma bastante significativa para a identificação da idade do El Carmen é *Modiolopsis* sp., visto que este gênero não ultrapassa o Siluriano. *Palaeoneilo* sp., além de diferente das formas conhecidas do Eodevoniano, sugere afinidades com *P. constrictiformis* do Siluriano do Paraguai.

Nuculites, *Actinopterella?*, e *Tentaculites* tanto podem ser silurianas como devonianas, mas não se conhecem espécies comparáveis às do El Carmen nas formações eodevonianas da América do Sul. Também as formas referidas a *Platystoma*, *Laevidentalium*, "*Orthoceras*" e "*Chondrites*", embora insuficientes para uma correlação específica, não contém qualquer elemento que impossibilitasse a sua referência ao Siluriano, ou que exigisse a sua restrição ao Devoniano.

Entre as formas duvidosas encontramos ainda o fragmento de trilobite referido a *Calymene*; embora por demais incompleto para uma comparação, já assinalamos a ocorrência deste gênero no Siluriano Superior do Paraguai e da Argentina; Kozłowski (1923), ao descrever *Calymene* sp. da Bolívia, acentuou que se trata de uma espécie diferente das conhecidas do Devoniano, aproximando-se mais das espécies silurianas.

Há a considerar ainda que a forma referida com certa dúvida a *Obolellina* por Cooper, procedente de um afloramento distinto do El Carmen, representa um gênero conhecido tanto no Ordoviciano como no Siluriano, não se estendendo, todavia, ao Devoniano.

Da análise do conjunto faunístico do arenito El Carmen resulta então o fato significativo de que esta fáunula não contém uma só espécie correlacionável com alguma forma conhecida do Devoniano Inferior da América do Sul, e que os gêneros determináveis sugerem antes uma idade siluriana para este arenito.

Assim, baseados nos dados acima, julgamos que o arenito El Carmen deve ser destacado da série Santiago, como formação autônoma do Siluriano Superior (Gotlandiano), possivelmente correlacionável às formações gotlandianas da Argentina e da Bolívia caracterizadas por *Clarkeia antisiensis*. Além das nossas considerações anteriores, milita a favor desta hipótese ainda o fato de ter Steinmann constatado que nos arenitos quartíferos da Bolívia, litologicamente semelhantes ao El Carmen e contendo

a típica *Clarkeia* na parte superior, ocorrem galerias de vermes referidas a *Scolithus*, semelhantes às perfurações acima descritas do El Carmen.

Também Harrington (1950) já previra a possibilidade de uma correlação do arenito El Carmen da Bolívia com os sedimentos silurianos da série Caacupé do Paraguai, concluindo ser muito provável fôsse o El Carmen mais antigo que a série devoniana, que começaria aqui pela formação Limoncito.

O Prof. Barbosa, em informações adicionais, comunicou-nos que o arenito El Carmen apresenta uma espessura de aproximadamente 200 metros, e que os fósseis aqui estudados procedem da parte superior, 15 a 20 metros abaixo do tôpo, vindo logo acima dêste horizonte fossilífero um banco conglomerático, ao qual se superpõe a formação Limoncito aparentemente sem discordância.

A aparente falta de uma inconformidade entre o El Carmen e o Limoncito não elimina a possibilidade da existência de um hiato cronológico de maior ou menor duração, pois Almeida (1944) já demonstrou a ausência de perturbações orogênicas no fim do Siluriano nas camadas desta região. Uma discordância angular seria de se esperar caso o El Carmen representasse um sedimento ordoviciano, pois segundo Barbosa (1949) as camadas desta idade encontram-se dobradas por uma orogenia de caráter juráico, tendo posteriormente sido peneplanizados e apresentando em consequência uma inconformidade no contacto com os sedimentos mais recentes. Desde que o El Carmen jaz em discordância sobre os folhelhos dobrados do Ordoviciano, não é provável que possa pertencer à mesma idade.

O conglomerado na parte superior do arenito El Carmen possivelmente indica uma fase de regressão, e assim teríamos a registrar uma interrupção entre a deposição dos sedimentos gotlandianos do El Carmen e os eodevonianos do Limoncito; mesmo na ausência de uma inconformidade entre estas duas formações deve-se pensar em um hiato, correspondente ao espaço de tempo transcorrido entre a regressão gotlandiana e a nova transgressão já no Oriskaniense, ao qual referimos o Limoncito por considerá-lo contemporâneo do Furnas, da série Paraná.

A espessura do Limoncito ainda não foi medida; mesmo, porém, sendo inferior a 100 metros, essa menor espessura do Limoncito em comparação com o Furnas talvez encontre uma explicação na sua situação geográfica, pois como a transgressão eodevoniana se processou de noroeste ou oeste para leste, seria de esperar encontrar-se uma maior quantidade de sedimentos mais grosseiros, arenosos, na costa oriental (Furnas), enquanto na maior profundidade da região ocidental já se depositavam os sedimentos mais finos, argilosos, hoje representados pelo folhelho La Torre.

COLUNA GEOLÓGICA DO ORIENTE DA BOLÍVIA						
Séries	Formações	D'ORBIGNY 1842	OLIVEIRA & LEONARDOS 1943	AHLFELD 1946	BARBOSA 1949	LANGE 1954
El Porton		Carbonífero	Cretáceo	Cretáceo	Permiano Inferior	Carbonífero Superior
Santiago	La Torre	—	sem idade	Permiano?	Devoniano Inferior	Devoniano Inferior
	Limoncito	—	—	—	Devoniano Inferior	Devoniano Inferior
San José	El Carmen	Devoniano	Ordoviciano	Ordoviciano	Devoniano Inferior	Siluriano Superior
Corumbá	Tamengo	Siluriano	Ordoviciano	Ordoviciano	Ordoviciano?	Ordoviciano
	Bocaina	—	Cambriano	Cambriano	Ordoviciano?	Ordoviciano

CONCLUSÃO.

Baseados nas observações anteriores e nos resultados obtidos pela presente análise, somos levados a considerar o El Carmen como formação distinta, de idade provávelmente gotlandiana, que deverá ser destacada da série Santiago. Para acomodar a formação El Carmen na coluna geológica do oriente boliviano, propomos a designação de série San José, termo êsse derivado da serra de que procedem os fósseis aqui estudados e que em parte já tinha sido empregado por Ahlfeld para a mesma formação. Fica, em consequência, a série Santiago reduzida às formações Limoncito e La Torre, de idade eodevonianiana, aparentemente correlacionáveis às formações Furnas e Ponta Grossa da série Paraná.

As diferentes idades atribuídas às diversas unidades estratigráficas da coluna geológica encontram-se resumidas no quadro abaixo, no qual nos limitamos a citar os autores e as formações a que nos referimos na presente nota.

BIBLIOGRAFIA

- ABEL, OTHENIO — (1935) — *Vorzeitliche Lebensspuren*, Gustav Fischer, Jena.
- AHLFELD, FREDERICO — (1946) — *Geologia de Bolivia*, Rev. Museo de La Plata (N. S.) — Sec. Geologia 3: 5-370, La Plata.
- ALMEIDA, FERNANDO F. M. DE — (1944) — *O Diastrofismo Tacônico no Brasil*, An. Acad. Bras. Ciên., t. 16 (2): 125-135, Rio de Janeiro.
- (1945) — *Geologia do sudoeste Matogrossense*, D. N. P. M., Div. Geol. e Mineral., Bol 116, Rio de Janeiro.
- (1946) — *Depósitos mesozóicos do planalto de Maracajú, Estado de Mato Grosso*, An. 2.º Congr. Pan. Eng. Minas, Geol. v. 3: 211-245. Rio de Janeiro.
- BARBOSA, OCTAVIO — (1949) — *Contribuição à Geologia da região Brasil-Bolívia*, Miner. Met., v. 13, n. 77, 271-278, Rio de Janeiro.
- CASTER, KENNETH E. — (1947) — *Expedição geológica em Goiás e Mato Grosso*, Miner. Met., v. 12, n. 69, 126-127, Rio de Janeiro.
- CLARKE, JOHN M. — (1899) — *A fauna Siluriana Superior do Rio Trombetas*, Arq. Mus. Nac., v. 10, 1-48, Est. 1, 2, Rio de Janeiro.
- (1913) — *Fósseis Devonianos do Paraná*, Serv. Geol. Miner. Brasil, Mon. 1, 1-353, Est. 1-27, Rio de Janeiro.
- DAHMER, GEORG — (1942) — *Die Fauna der "Gedinne" — Schichten von Weismes in der Nordwest-Eifel*, Senckenb. 25, 1/3, 111-156, Frankfurt a. M.
- D'ORBIGNY, ALCIDES — (1842) — *Voyage dans l'Amérique Meridional*, t. 3, part. 4, Paris.
- HARRINGTON, HORACIO J. — (1950) — *Geologia del Paraguay Oriental*, Univ. B. Aires, Fac. Cien. Exactas, Fis. y Nat., Contr. Cient., Série E: Geologia, t. 1: 1-82, Est. 1-3, Buenos Aires.
- KOZLOWSKY, ROMAN — (1923) — *Faune Dévonienne de Bolivie*, An. Paléont., t. 12: 1-112, Est. 1-10, Paris.
- (1929) — *Les Brachiopodes Gothlandiens de la Podolie Polonaise*, Paleont. Polonica t. 1: 1-254, Est. 1-12, Warszawa.

- LANGE, FREDERICO WALDEMAR — (1942) — *Restos vermiformes do arenito Furnas*, Arq. Mus. Paranaense, v. 2: 3-8, Curitiba.
(1943) — *Novos fósseis Devonianos do Paraná*, Arq. Mus. Paranaense, v. 3: 215-232, Est. 17, Curitiba.
(1954) — *Estratigrafia e idade geológica da série Tubarão*, Arq. Mus. Paranaense (N. S.), Geologia 2: 1-22, Curitiba.
(1954) — *Paleontologia do Paraná*, v. Comem. Cent. Paraná, Curitiba.
- OLIVEIRA, A. I. & O. H. LEONARDOS — (1943) — *Geologia do Brasil*, Min. Agric., Serv. Inform. Agrícola, Série Didática 2: 1-813, Rio de Janeiro.
- PETRI, SETEMBRINO — (1949) — *Nota sobre fósseis devonianos do Oriente Boliviano*, Miner. Met., v. 13, n. 77: 279-281, Rio de Janeiro.
- SCHUCHERT, C. & G. A. COOPER — (1932) — *Brachiopod genera of the suborders Orthoidea and Pentameroidea*, Men. Peabody Mus. Nat. Hist., v. 4, Parte 1: 1-270, Est. 1-29, New Haven.

Outubro de 1954